

programmes-cpge

Les programmes officiels de physique-chimie des CPGE,
à citer, parcourir et composer en L^AT_EX

Antonin Marchand

Version 0.2 — 21 octobre 2026

Résumé

Le paquet `programmes-cpge` met à disposition, sous forme de données L^AT_EX, le texte des programmes officiels de physique-chimie de cinq classes préparatoires scientifiques — MPSI, PCSI, MP, PC et PSI — ligne par ligne : les notions et contenus, les capacités exigibles, les capacités expérimentales et numériques, les chapeaux de chaque partie. Chaque élément porte une clé stable (`MP/4/1/1` est la première ligne de l'électrostatique de MP). Le paquet fournit de quoi lire un champ, parcourir une partie, et composer des tableaux et des boîtes prêts à l'emploi, ou des mises en page sur mesure. Il fonctionne sous pdfL^AT_EX comme sous LuaL^AT_EX.

Abstract

The `programmes-cpge` package provides, as L^AT_EX data, the official physics and chemistry syllabi of five French *classes préparatoires aux grandes écoles* — MPSI, PCSI, MP, PC and PSI (physics only for PCSI and PC) — line by line: contents, required skills, experimental and numerical skills, and the introduction of each part. Every item has a stable key (`MP/4/1/1`). The package offers accessors, iterators, ready-made layouts (the official two-column table, boxes, a whole syllabus) and the tools for custom ones. It works with pdfL^AT_EX and LuaL^AT_EX. This documentation is in French; the `doc` folder also holds each syllabus typeset in full.

Table des matières

1	Ce que contient le paquet	2
2	Charger le paquet	2
3	Les clés	3
4	Lire	3
5	Composer un champ	4
6	Parcourir	6
7	Mises en page prêtes à l'emploi	7
7.1	Le tableau du texte officiel	7
7.2	La boîte	8
7.3	Le programme entier	10

8	Galerie : des mises en page sur mesure	11
8.1	Une fiche d'auto-évaluation	11
8.2	Un tableau de progression	11
8.3	Les capacités expérimentales d'un thème	11
8.4	Le sommaire d'un programme	13
8.5	Trois colonnes, une par famille de capacités	14
9	Les macros des données	14
10	Ajouter ou corriger un programme	15
11	pdfL^AT_EX et LuaL^AT_EX	15
12	Les textes et leur licence	15
13	Historique	16
	Index	18

1 Ce que contient le paquet

Chaque filière est un fichier de données, `programmes-cpge-<filière>.tex`, que le paquet lit au chargement.

Clé	Discipline	Voie	Texte	Lignes
MPSI	Physique-chimie	Mathématiques, physique et sciences de l'ingénieur	2020	255
PCSI	Physique	Physique, chimie et sciences de l'ingénieur	2020	251
MP	Physique-chimie	Mathématiques et physique	2021	176
PC	Physique	Physique et chimie	2021	198
PSI	Physique-chimie	Physique et sciences de l'ingénieur	2021	274

La PCSI est la première année de la PC comme de la PSI. Pour la PCSI et la PC, seul le programme de physique est fourni : leur programme de chimie est un texte à part. L'année est celle du texte officiel, et non celle de sa mise en application.

Chaque programme comprend, comme le texte du ministère, un préambule (P), une formation expérimentale (E), les contenus thématiques (1, 2...) et trois annexes : matériel (A1), outils mathématiques (A2) et outils numériques (A3).

2 Charger le paquet

`\usepackage[<filières>]{programmes-cpge}`

Charge les filières nommées, séparées par des virgules ; sans option, les cinq. L'option `toutes` les charge explicitement.

<code>\usepackage[MP,PSI]{programmes-cpge}</code>	<i>% deux filières seulement</i>
<code>\usepackage{programmes-cpge}</code>	<i>% les cinq</i>

`\cpgecharger{<filières>}`

Charge des filières supplémentaires, n'importe où. Une filière déjà chargée ne l'est pas deux fois.

Le paquet charge `amsmath`, `amssymb` (sauf si `unicode-math` est déjà chargé), `array`, `booktabs`, `longtable` et `tcolorbox`. Un préambule complet, pour chacun des deux moteurs :

```
% pdfLaTeX
\documentclass{article}
\usepackage[T1]{fontenc}
\usepackage{lmodern}
\usepackage[french]{babel}
\usepackage{programmes-cpge}

% LuaLaTeX
\documentclass{article}
\usepackage{fontspec}
\usepackage[french]{babel}
\usepackage{programmes-cpge}
```

3 Les clés

Une clé est un chemin : la filière, puis les numéros du texte officiel, un cran par niveau.

Clé	Ce qu'elle désigne
MP	le programme de MP
MP/4	le thème 4 : Électromagnétisme
MP/4/1	la partie 4.1 : Électrostatique
MP/4/1/1	la première ligne de cette partie
MPSI/1/7/2	une sous-partie : Actions d'un champ magnétique
MP/E/1	la formation expérimentale : Mesures et incertitudes
MP/P/3/APP	une compétence du préambule : S'approprier
MPA/A2/1	une annexe : Analyse vectorielle

Les annexes ont leur racine propre, MPA, PCA..., parce que le texte officiel les numérote à part : MPA/A2/1/1 ne se confond pas avec MP/2/1/1. Elles restent des enfants de la filière quand on la parcourt.

Une clé désigne l'un de trois *genres* d'éléments, chacun avec ses *champs* :

Genre	Champs
filiere	discipline, classe, voie, annee
rubrique	parent, numero, niveau (1 pour un thème, 2 pour une partie, 3 pour une sous-partie), titre, chapeau
ligne	parent, numero, contenu, capacites, experimentales, numeriques

Tous portent aussi `cle`, `genre` et `filiere`. Les champs `chapeau`, `contenu` et les trois familles de capacités sont des *listes d'items* : un item par paragraphe du texte officiel, une capacité exigible par item.

4 Lire

Les commandes de lecture sont *développables* : on peut s'en servir dans un titre de section, dans un `\edef`, dans un test.

`\cpgechamp{⟨clé⟩}{⟨champ⟩}`

Le champ, tel quel. Une liste d'items se compose en paragraphes.

\cpgettitre{<clé>}

\cpgenumero{<clé>}

\cpgeintitule{<clé>}

Le titre, le numéro, ou les deux à la suite.

\cpgegenre{<clé>}

\cpgeparent{<clé>}

\cpgefilierede{<clé>}

Le genre (filierede, rubrique ou ligne), la clé du parent, et la filière.

\cpgeancetre{<clé>}{<niveau>}

La clé de l'ancêtre au niveau voulu : le thème d'une ligne au niveau 1, sa partie au niveau 2. Rien si la clé n'a pas d'ancêtre à ce niveau.

\cpgenombre{<clé>}{<champ>}

\cpgenombreenfants{<clé>}

Le nombre d'items d'un champ, et le nombre d'enfants d'un élément.

\cpgenombrelignes{<clés>}

Le nombre de lignes sous les clés données, à toute profondeur. Elle compte en parcourant : elle n'est pas développable.

```
\cpgeintitule{PC/5/2}, dans le thème
« \cpgetitre{\cpgeancetre{PC/5/2/1/4}{1}} » ;
la ligne \cpgenumero{PC/5/2/1/4} porte
\cpgenombre{PC/5/2/1/4}{capacites} capacités ;
le programme de PSI date de \cpgechamp{PSI}{annee}.
```

5.2 Électrostatique, dans le thème « Électromagnétisme » ; la ligne 5.2.1.4 porte 1 capacités ; le programme de PSI date de 2021.

\cpgesiexiste{<clé>}{<vrai>}{<faux>}

\cpgesivide{<clé>}{<champ>}{<vrai>}{<faux>}

\cpgesiligne{<clé>}{<vrai>}{<faux>}

Les tests : la clé existe-t-elle, le champ est-il vide, la clé est-elle une ligne.

```
\cpgesiexiste{MP/9/9}{existe}{n'existe pas} ;
la ligne MP/2/2/1 \cpgesivide{MP/2/2/1}{capacites}%
{n'a que des capacités expérimentales}{a des capacités exigibles}.
```

n'existe pas ; la ligne MP/2/2/1 n'a que des capacités expérimentales.

5 Composer un champ

\cpgeafficher[<options>]{<clé>}{<champ>}

Compose un champ selon une forme :

forme=paragraphes | liste | enumeration | ligne (par défaut paragraphes)

Un item par paragraphe, en liste à puces, en liste numérotée, ou à la suite.

separateur=*(texte)* (par défaut une espace)

Ce qui sépare deux items de la forme `ligne`.

format=*(commande)* (par défaut aucune)

Une commande à un argument appliquée à chaque item.

```
\cpgeafficher[forme=liste]{MP/4/1/4}{capacites}  
\cpgeafficher[forme=ligne, separateur={ ; },  
  format=\emph]{MP/4/1/4}{contenu}
```

— Relier le champ électrostatique au potentiel. Exprimer le potentiel créé par une distribution discrète de charges.
— Citer l'expression de l'opérateur gradient en coordonnées cartésiennes.
— Déterminer un champ électrostatique à partir du potentiel, l'expression de l'opérateur gradient étant fournie dans le cas des coordonnées sphériques et cylindriques.
— Déterminer une différence de potentiel par circulation du champ électrostatique dans des cas simples.
Circulation du champ électrostatique. ; Potentiel électrostatique. ; Opérateur gradient.

\cpgechapeau[*(options)*]{*(clé)*}

Le chapeau d'une rubrique. Il cite souvent sa partie : `\cpgecettepartie` y désigne alors la rubrique composée.

```
\cpgechapeau{PSI/4/6}
```

La partie **4.6** « Milieux ferromagnétiques » introduit les notions d'aimantation, d'excitation magnétique, et de perméabilité magnétique. Elle conduit à une réécriture de l'équation de Maxwell-Ampère, plus adaptée à l'étude des milieux magnétiques.

\cpgecapacites[*(options)*]{*(clé)*}

Les capacités d'une ligne, les trois familles à la suite : exigibles, expérimentales (en gras, comme dans le texte officiel), numériques (précédées de « Capacité numérique : »).

forme=paragrophes | liste (par défaut paragraphes)

exigibles=true | false (par défaut true)

experimentales=true | false (par défaut true)

numeriques=true | false (par défaut true)

Les familles à composer.

```
\cpgecapacites[forme=liste]{MPSI/1/5/3}
```

— Choisir un modèle de filtre en fonction d'un cahier des charges.
— Expliciter les conditions d'utilisation d'un filtre en tant que moyennneur, intégrateur, ou dérivateur.
— Expliquer l'intérêt, pour garantir leur fonctionnement lors de mises en cascade, de réaliser des filtres de tension de faible impédance de sortie et forte impédance d'entrée.
— Expliquer la nature du filtrage introduit par un dispositif mécanique (sismomètre, amortisseur, accéléromètre, etc.).
— **Étudier le filtrage linéaire d'un signal non sinusoïdal à partir d'une analyse spectrale.**
— **Détecter le caractère non linéaire d'un système par l'apparition de nouvelles fréquences.**
— *Capacité numérique* : simuler, à l'aide d'un langage de programmation, l'action d'un filtre sur un signal périodique dont le spectre est fourni. Mettre en évidence l'influence des caractéristiques du filtre sur l'opération de filtrage.

\cpgecite{*(clé)*}

\cpgecettepartie

Le numéro et le titre d’une rubrique, mis en forme par `\cpgeformatcitation`. La seconde cite la rubrique en cours de composition, et vaut « cette partie » hors de tout contexte. Comme toute commande sans argument, elle mange l’espace qui la suit ; on écrit donc :

`\cpgecettepartie{}` constitue

Voir la partie `\cpgecite{PCSI/1/5}`.

Voir la partie 1.5 « Filtrage linéaire ».

6 Parcourir

`\cpgepourchaque{⟨clé⟩}{⟨code⟩}`

Exécute le code pour chaque enfant de la clé, dans l’ordre du texte ; #1 y vaut la clé de l’enfant.

`\cpgepourchaqueligne{⟨clés⟩}{⟨code⟩}`

Exécute le code pour chaque *ligne* sous les clés données, à toute profondeur ; une clé de ligne se désigne elle-même. Les clés se séparent par des virgules.

`\cpgepourchaque{PC}{\cpgeintitule{#1}\par}`

P Préambule
E Formation expérimentale
1 Optique
2 Électronique
3 Thermodynamique
4 Mécanique
5 Électromagnétisme
6 Physique des ondes
A1 Matériel
A2 Outils mathématiques
A3 Outils numériques

Les lignes de `\cpgecite{MP/4/4}` :

`\cpgepourchaqueligne{MP/4/4}{\cpgenumero{#1}~}`.

Les lignes de 4.4 « Énergie du champ électromagnétique » : 4.4.1 4.4.2 4.4.3 .

`\cpgerangees{⟨clés⟩}{⟨modèle⟩}`

Les rangées d’un tableau fait main : le modèle, où #1 vaut la clé, est répété pour chaque ligne sous les clés données. Les rangées sont assemblées avant d’être rendues : les & et \ du modèle entrent dans l’alignement comme s’ils étaient écrits à la main, dans `tabular`, `tabularx` ou `longtable`.

```
\begin{tabularx}{\linewidth}{@{}lX@{}}
\toprule
\cpgerangees{MP/4/3}{\cpgnumero{#1} &
\cpgaffichage[forme=ligne]{#1}{contenu} \\\}
\bottomrule
\end{tabularx}
```

-
- 4.3.1 Principe de la conservation de la charge : formulation locale.
 - 4.3.2 Équations de Maxwell : formulations locale et intégrale.
 - 4.3.3 Équations de propagation des champs dans une région vide de charges et de courants.
 - 4.3.4 Cas des champs statiques : équations locales.
 - 4.3.5 Équation de Poisson et équation de Laplace de l'électrostatique.
-

7 Mises en page prêtes à l'emploi

7.1 Le tableau du texte officiel

\cpgetableau[*<options>*]{*<clés>*}

Le tableau à deux colonnes du texte officiel, « Notions et contenus » et « Capacités exigibles », pour les clés données : une ligne, une partie, un thème, plusieurs à la fois. Une rubrique y porte son titre sur toute la largeur. C'est un **longtable** : il se coupe d'une page à l'autre et répète son en-tête.

largeur=*<nombre>* (par défaut 0.38)

La part de la largeur de ligne donnée à la première colonne.

entete=true | false (par défaut true)

titres=true | false (par défaut true)

Les titres des rubriques traversées.

numeros=true | false (par défaut false)

La clé de chaque ligne, en petit, au-dessus de son contenu.

exigibles=true | false (par défaut true)

experimentales=true | false (par défaut true)

numeriques=true | false (par défaut true)

long=true | false (par défaut true)

Un **tabular** au lieu d'un **longtable** : nécessaire dans une boîte, dans deux colonnes, partout où **longtable** ne va pas.

titre contenus=*<texte>* (par défaut Notions et contenus)

titre capacites=*<texte>* (par défaut Capacités exigibles)

Une partie entière, comme elle paraît dans le texte officiel :

```
\cpgetableau{MP/2/1}
```

Notions et contenus

Capacités exigibles

2.1 Signaux périodiques

<i>Notions et contenus</i>	<i>Capacités exigibles</i>
Signaux périodiques.	Commenter le spectre d'un signal périodique : relier la décomposition spectrale et l'allure du signal dans le domaine temporel.
Action d'un filtre linéaire du premier ou du second ordre sur un signal périodique.	Prévoir l'effet d'un filtrage linéaire sur la composition spectrale d'un signal périodique. Expliciter les conditions pour obtenir un comportement intégrateur ou dérivateur. Mettre en œuvre un dispositif expérimental illustrant l'action d'un filtre sur un signal périodique.

Deux lignes choisies, sans titre, avec leur clé :

```
\cpgetableau[long=false, titres=false, numeros, largeur=0.33]
{PSI/4/6/1, PSI/4/6/5}
```

<i>Notions et contenus</i>	<i>Capacités exigibles</i>
PSI/4/6/1 Aimant permanent, champ magnétique créé dans son environnement.	Décrire, à partir d'une formule fournie exprimant le champ d'un dipôle magnétique, le champ créé par un aimant à grande distance et représenter qualitativement les lignes de champ magnétique.
PSI/4/6/5 Courants d'aimantation.	Associer à une distribution d'aimantation une densité volumique de courants liés équivalente, l'expression étant admise.

7.2 La boîte

`\cpgeboite`[*<options>*]{*<clé>*}

Une ligne en boîte : son contenu au-dessus, ses capacités en liste au-dessous. Une rubrique en boîte : son chapeau, et ses lignes si on le demande.

`lignes=true | false` (par défaut `false`)

`chapeau=true | false` (par défaut `true`)

`titre=<texte>` (par défaut le numéro et le titre)

`tcolorbox=<options>` (par défaut aucune)

Des options `tcolorbox` pour cette boîte.

`exigibles=true | false` (par défaut `true`)

`experimentales=true | false` (par défaut `true`)

`numeriques=true | false` (par défaut `true`)

Les familles de capacités à composer, comme pour `\cpgecapacites`.

\cpgeboite{MP/4/1/4}

MP 4.1.4

Circulation du champ électrostatique.
Potentiel électrostatique.
Opérateur gradient.

- Relier le champ électrostatique au potentiel. Exprimer le potentiel créé par une distribution discrète de charges.
- Citer l'expression de l'opérateur gradient en coordonnées cartésiennes.
- Déterminer un champ électrostatique à partir du potentiel, l'expression de l'opérateur gradient étant fournie dans le cas des coordonnées sphériques et cylindriques.
- Déterminer une différence de potentiel par circulation du champ électrostatique dans des cas simples.

\cpgeboite[lignes, tcolorbox={colframe=teal!60!black,
colbacktitle=teal!10}]{PC/1/3}

1.3 Exemple de dispositif interférentiel par division du front d'onde : trous d'Young

Dans la partie 1.3 « Exemple de dispositif interférentiel par division du front d'onde : trous d'Young », les trous d'Young permettent de confronter théorie et expérience. En revanche, les fentes d'Young sont abordées de manière exclusivement expérimentale. Aucun autre interféromètre à division du front d'onde n'est exigible.

Dans le prolongement de la partie précédente, la partie « Exemple de dispositif interférentiel par division d'amplitude : interféromètre de Michelson » vise à mettre en lumière l'intérêt des dispositifs interférentiels par division d'amplitude, en s'appuyant sur l'exemple de l'interféromètre de Michelson. L'accent est ainsi mis sur l'importance expérimentale de ces dispositifs, notamment dans le domaine de la métrologie. Lors de la modélisation de l'interféromètre de Michelson, la séparatrice est supposée d'épaisseur négligeable.

Dispositif-modèle des trous d'Young ponctuels dans un milieu non dispersif (source ponctuelle à grande distance finie ; observation à grande distance finie). Champ d'interférences. Ordre d'interférences.

- Définir, déterminer et utiliser l'ordre d'interférences.

Franges d'interférences.

- Justifier la forme des franges observées sur un écran éloigné parallèle au plan contenant les trous d'Young.

Du dispositif-modèle au dispositif réel. Fentes d'Young. Montage de Fraunhofer.

- Identifier l'effet de la diffraction sur la figure observée.
- Expliquer l'intérêt pratique du dispositif des fentes d'Young comparativement aux trous d'Young.
- Exprimer l'ordre d'interférences sur l'écran dans le cas d'un dispositif des fentes d'Young utilisé en configuration de Fraunhofer.

Perte de contraste par élargissement spatial de la source.

- Utiliser un critère semi-quantitatif de brouillage des franges portant sur l'ordre d'interférences pour interpréter des observations expérimentales.

Perte de contraste par élargissement spectral de la source.

- Utiliser un critère semi-quantitatif de brouillage des franges portant sur l'ordre d'interférences pour interpréter des observations expérimentales.
- Relier la longueur de cohérence temporelle, la largeur spectrale et la longueur d'onde en ordres de grandeur.

Observations en lumière blanche (blanc d'ordre supérieur, spectre cannelé).

- Déterminer les longueurs d'ondes des cannelures.

Toutes les boîtes suivent le style `tcolorbox cpge boite`, qu'on retouche une fois pour le document :

```
\tcbset{cpge boite/.append style={colframe=blue!50!black,
colbacktitle=blue!8, fonttitle=\sffamily\bfseries}}
```

7.3 Le programme entier

\cpgeprogramme[*<options>*]{*<clé>*}

Un programme entier, ou l'une de ses rubriques, comme dans le texte officiel : chaque rubrique devient un titre, suivi de son chapeau, et les lignes qui se suivent forment un seul tableau à deux colonnes. Pour une filière, ce sont ses rubriques qui portent les titres du plus haut niveau ; pour une rubrique, c'est elle ; une ligne donne le seul tableau.

Les titres sont ceux de la classe, en version étoilée : le texte officiel porte sa propre numérotation, que les titres reprennent. Ils entrent dans la table des matières par `\addcontentsline`.

niveau=*<titre>* (par défaut `section`)

Le titre des rubriques du plus haut niveau : `part`, `chapter`, `section`, `subsection`, `subsubsection` ou `paragraph`. Les suivantes descendent d'un cran à chaque rang, jusqu'à `\subparagraph`. `chapter` suppose une classe qui le définit.

sommaire=`true` | `false` (par défaut `true`)

Les titres dans la table des matières.

chapeaux=`true` | `false` (par défaut `true`)

Les options `largeur`, `entete`, `numeros`, `exigibles`, `experimentales`, `numeriques`, `long`, `titre` `contenus` et `titre` `capacites` passent aux tableaux, comme pour `\cpgetableau`.

Un programme entier, chaque ligne avec sa clé, dans un book :

```
\tableofcontents
\cpgeprogramme[niveau=chapter, numeros]{MP}
```

Une rubrique, à un niveau de titre qui ne prend pas toute la page :

```
\cpgeprogramme[niveau=paragraph, sommaire=false,
long=false]{MP/1/2}
```

1.2 Lois du frottement solide La partie 1.2 « Lois du frottement solide », est limitée au seul cas de la translation ; elle permet de mettre en œuvre un mode de raisonnement spécifique et particulièrement formateur, sans pour autant omettre les conséquences expérimentales.

<i>Notions et contenus</i>	<i>Capacités exigibles</i>
Contact entre deux solides. Aspects microscopiques.	Utiliser les lois de Coulomb dans les trois situations : équilibre, mise en mouvement, freinage.
Lois de Coulomb du frottement de glissement dans le seul cas d'un solide en translation.	Formuler une hypothèse (quant au glissement ou non) et la valider.
Aspect énergétique.	Effectuer un bilan énergétique.
	Effectuer une mesure d'un coefficient de frottement.
	<i>Capacité numérique</i> : à l'aide d'un langage de programmation, simuler une situation mécanique dans laquelle intervient au moins un changement de mode de glissement

Les programmes composés que contient le dossier doc (voir « Les programmes composés ») sont faits ainsi.

8 Galerie : des mises en page sur mesure

Les commandes de lecture et de parcours suffisent à toutes les mises en page. Voici quelques recettes, à recopier et à adapter.

8.1 Une fiche d'auto-évaluation

Chaque capacité d'une partie précédée d'une case, par l'option `format`, dans une boîte `tcolorbox` ordinaire :

```
\newcommand\caseacoche[1]{\square$~#1}
\begin{tcolorbox}[title={Je sais faire -- \cpgeintitule{MP/4/4}}]
  \cpgepourchaqueligne{MP/4/4}{%
    \cpgeafficher[forme=liste, format=\caseacoche]{#1}{capacites}}
\end{tcolorbox}
```

Je sais faire – 4.4 Énergie du champ électromagnétique

- ☐ Établir et utiliser l'expression de la puissance volumique cédée par le champ électromagnétique aux porteurs de charge.
- ☐ Analyser les aspects énergétiques dans le cas particulier d'un milieu ohmique.
- ☐ Citer des ordres de grandeur de flux énergétiques moyens (flux solaire, laser...).
- ☐ Utiliser le flux du vecteur de Poynting à travers une surface orientée pour évaluer la puissance rayonnée.
- ☐ Effectuer un bilan d'énergie sous forme locale et intégrale.
- ☐ Interpréter chaque terme de l'équation locale de Poynting, celle-ci étant fournie.

8.2 Un tableau de progression

Une colonne pour la date à laquelle chaque ligne a été traitée, à remplir à la main :

```
\begin{tabularx}{\linewidth}{@{}lXp{2cm}@{}}
  \toprule
  Ligne & Notions et contenus & Traitée le \\
  \midrule
  \cpgerangees{PCSI/1/5}{\cpgenumero{#1} &
    \cpgeafficher[forme=ligne]{#1}{contenu} & \midrule}
\end{tabularx}
```

Ligne	Notions et contenus	Traitée le
1.5.1	Signaux périodiques.	
1.5.2	Fonction de transfert harmonique. Diagramme de Bode.	
1.5.3	Modèles de filtres passifs : passe-bas et passe-haut d'ordre 1, passe-bas et passe-bande d'ordre 2.	
1.5.4	Filtres actifs en électronique. Modèle de l'ALI idéal en régime linéaire.	

8.3 Les capacités expérimentales d'un thème

Un filtre : seules les lignes qui portent une capacité expérimentale, et seulement celle-ci.

```
\cpgepourchaqueligne{PSI/1/4}{%
\cpgesivide{#1}{experimentales}}{%
\cpgeboite[exigibles=false, numeriques=false,
tcolorbox={colback=orange!4, colframe=orange!60!black}]{#1}}
```

PSI 1.4.1

Échantillonnage.

- Expliquer l'influence de la fréquence d'échantillonnage.

PSI 1.4.2

Condition de Nyquist-Shannon.

- Mettre en évidence le phénomène de repliement de spectre au moyen d'un oscilloscope numérique ou d'un logiciel de calcul numérique.

PSI 1.4.4

Filtrage numérique.

- Mettre en œuvre une chaîne d'acquisition et de conversion.

8.4 Le sommaire d'un programme

```
\begin{multicols}{2}\small
\cpgepourchaque{MP}{%
  \textbf{\cpgeintitule{#1}}\par
  \cpgepourchaque{#1}{%
    \cpgesiligne{##1}%
    {\quad\textit{\cpgenumero{##1}}
      \cpgeafficher[forme=ligne]{##1}{contenu}}\par}%
    {\quad\cpgeintitule{##1}\par}}
\end{multicols}
```

P Préambule

- P.1 Objectifs de formation
- P.2 Organisation du programme
- P.3 Les compétences travaillées dans le cadre de la démarche scientifique
- P.4 Repères pour l'enseignement

E Formation expérimentale

- E.1 Mesures et incertitudes
- E.2 Mesures et capacités expérimentales
- E.3 Prévention du risque au laboratoire de physique-chimie

1 Mécanique

- 1.1 Référentiels non galiléens
- 1.2 Lois du frottement solide

2 Éléments de traitement du signal

- 2.1 Signaux périodiques
- 2.2 Électronique numérique

3 Optique

- 3.1 Modèle scalaire des ondes lumineuses
- 3.2 Superposition d'ondes lumineuses
- 3.3 Exemple de dispositif interférentiel par division du front d'onde : trous d'Young
- 3.4 Exemple de dispositif interférentiel par division d'amplitude : interféromètre de Michelson éclairé par une source spatialement étendue

4 Électromagnétisme

- 4.1 Électrostatique
- 4.2 Magnétostatique
- 4.3 Équations de Maxwell
- 4.4 Énergie du champ électromagnétique
- 4.5 Propagation et rayonnement

5 Thermodynamique

- 5.1 Principes de la thermodynamique
- 5.2 Transferts thermiques

6 Physique quantique

- 6.1 Fonction d'onde et équation de Schrödinger
- 6.2 Particule libre

6.3 États stationnaires d'une particule dans des potentiels constants par morceaux

6.4 États non stationnaires d'une particule dans un puits de potentiel infini

7 Éléments de thermodynamique statistique

- 7.1 Facteur de Boltzmann
- 7.2 Système à spectres discrets d'énergie
- 7.3 Capacités thermiques classiques des gaz et des solides

8 Transformations chimiques de la matière : aspects thermodynamiques

- 8.1 Premier principe de la thermodynamique appliqué aux transformations physico-chimiques
- 8.2 Deuxième principe de la thermodynamique appliqué aux transformations physico-chimiques

9 Aspects thermodynamique et cinétique de l'électrochimie

- 9.1 Étude thermodynamique des réactions d'oxydo-réduction
- 9.2 Étude cinétique des réactions d'oxydo-réduction : courbe courant-potentiel
- 9.3 Stockage et conversion d'énergie chimique dans des dispositifs électrochimiques
- 9.4 Corrosion humide et électrochimique

A1 Matériel

- A1.1 *Domaine optique*
- A1.2 *Domaine électrique*
- A1.3 *Domaine de la chimie*

A2 Outils mathématiques

- A2.1 Analyse vectorielle
- A2.2 Analyse de Fourier
- A2.3 Équations aux dérivées partielles
- A2.4 Calcul différentiel

A3 Outils numériques

- A3.1.1 *Équation de diffusion à une dimension.*

Dans un code imbriqué, la clé de l'enfant s'écrit **##1**, comme dans toute définition imbriquée. Une rubrique a pour enfants des sous-rubriques ou des lignes : les annexes du matériel (A1) et des outils numériques (A3) n'ont que des lignes, sans titre. Le test `\cpgesiligne` les distingue, et l'exemple compose une ligne par son numéro et son contenu, en italique.

8.5 Trois colonnes, une par famille de capacités

```
\footnotesize
\begin{tabularx}{\linewidth}{@{}>\raggedright>\raggedright>\raggedright\arraybackslashX@{}}
\toprule
Contenus & Exigibles & Expérimentales \\
\midrule
\cpgerangees{MP/2/2}{%
\cpgeafficher{#1}{contenu} & \cpgeafficher{#1}{capacites} &
\cpgeafficher{#1}{experimentales} \\ \midrule}
\end{tabularx}
```

Contenus	Exigibles	Expérimentales
Échantillonnage, fréquence d'échantillonnage. Conséquences expérimentales du théorème de Nyquist-Shannon.		Réaliser l'échantillonnage d'un signal. Choisir la fréquence d'échantillonnage afin de respecter la condition de Nyquist-Shannon. Commenter la structure du spectre du signal obtenu après échantillonnage. Mettre en évidence le phénomène de repliement de spectre au moyen d'un oscilloscope numérique ou d'un logiciel de calcul numérique.
Filtrage numérique.		Mettre en œuvre un convertisseur analogique/numérique et un traitement numérique afin de réaliser un filtre passe-bas ; utiliser un convertisseur numérique/analogique pour restituer un signal analogique.

9 Les macros des données

Le texte des programmes emploie quelques macros, que le paquet définit et que l'on peut redéfinir par `\renewcommand` pour les accorder au reste d'un document.

Macro	Rôle	Défaut
<code>\cpgenotion{<titre>}</code>	titre de notion, en tête d'un contenu	<code>\textbf</code>
<code>\cpgecettepartie</code> , <code>\cpgecite</code>	citation d'une partie	voir plus haut
<code>\cpgeformatcitation{<n>}{<t>}</code>	sa mise en forme	n « t »
<code>\cpgerenvoi{<clé>}</code>	renvoi d'une capacité expérimentale à sa ligne	rien
<code>\cpgevec{<x>}</code>	vecteur	<code>\overrightarrow</code>
<code>\cpgegrad</code> , <code>\cpgerot</code> , <code>\cpgediv</code>	opérateurs	$\vec{\text{grad}}$, $\vec{\text{rot}}$, $\vec{\text{div}}$
<code>\cpgedd</code>	le d droit d'une différentielle	dx
<code>\cpgeii</code> , <code>\cpgejj</code>	unités imaginaires	i, j
<code>\cpgeRe</code>	partie réelle	Re

Les mises en forme des mises en page prêtes à l'emploi se redéfinissent de

même : `\cpgeformatexperimentale`, `\cpgeformatnumerique`, `\cpgeformattitretableau`, `\cpgeformatnumeroligne`, `\cpgeformattitreboite`.

```
\usepackage{esvect}
\renewcommand\cpgevec{\vv}
\renewcommand\cpgenotion[1]{\textsc{#1}}
\renewcommand\cpgeformatnumerique[1]{\textsf{Python :} #1}
```

10 Ajouter ou corriger un programme

Les fichiers `programmes-cpge-<filière>.tex` sont la source : c'est là qu'on corrige une coquille, et c'est sur leur modèle qu'on ajoute une filière. Le nom du fichier est en minuscules ; l'option du paquet est la clé de la filière, en majuscules.

`\cpgefilier` $\langle clé \rangle \{ \langle champs \rangle \}$

`\cpgerubrique` $\{ \langle clé \rangle \} \{ \langle champs \rangle \}$

`\cpgeligne` $\{ \langle clé \rangle \} \{ \langle champs \rangle \}$

Les trois déclarations d'un fichier de données. Les champs s'écrivent `nom = {valeur}`, séparés par des virgules ; un parent se déclare avant ses enfants, qui se rangent dans l'ordre du fichier.

`\cpgeitem` $\{ \langle texte \rangle \}$

Un item d'un champ liste.

```
\cpgefilier{TSI}{
  discipline = {Physique-chimie}, classe = {TSI},
  voie = {Technologie et sciences industrielles}, annee = {2021},
}
\cpgerubrique{TSI/1}{
  parent = {TSI}, numero = {1}, niveau = {1}, titre = {Électronique},
  chapeau = {\cpgeitem{Premier paragraphe.}\cpgeitem{Second paragraphe.}},
}
\cpgeligne{TSI/1/1}{
  parent = {TSI/1}, numero = {1.1},
  contenu = {\cpgeitem{Signaux périodiques.}},
  capacites = {\cpgeitem{Définir la valeur moyenne d'un signal.}},
  experimentales = {}, numeriques = {},
}
```

11 pdfL^AT_EX et LuaL^AT_EX

Le paquet est écrit en expl3 et ne dépend d'aucun moteur. Deux précautions :

- sous pdfL^AT_EX, les données sont en UTF-8 et emploient les guillemets français et l'apostrophe typographique : `\usepackage[T1]{fontenc}` est nécessaire ;
- sous LuaL^AT_EX, on ne charge pas `fontenc`, mais `fontspec`. Avec `unicode-math`, `amssymb` n'est pas chargé, ses symboles étant déjà définis.

Cette documentation se compile sous les deux moteurs.

12 Les textes et leur licence

Les textes des programmes sont ceux publiés par le ministère de l'Enseignement supérieur et de la Recherche (<https://www.enseignementsup-recherche.gouv.fr>), annexes des arrêtés de

2020 (première année) et de 2021 (seconde année). Ils ont été relevés dans les documents officiels, et les formules mises en L^AT_EX. Une erreur de transcription se signale à l’auteur.

Ces textes sont des informations publiques. Les programmes de physique-chimie ne portent aucune licence particulière — contrairement à ceux de mathématiques et d’informatique, publiés sous licence Creative Commons —, si bien que s’applique le régime par défaut : leur réutilisation est libre (code des relations entre le public et l’administration, art. L. 321-1), à condition de ne pas les altérer, de ne pas en dénaturer le sens, et d’en citer la source et la date (art. L. 322-1). C’est ce que fait ce paquet : le texte est transcrit tel quel, seule sa mise en forme est celle de L^AT_EX, et chaque filière porte l’année de son texte (`\cpgechamp{<filière>}{<annee>}`).

Les programmes composés

Le dossier `doc` contient aussi un programme par filière, composé en entier par le paquet : `programme-<filière>.pdf`, pour `mpsi`, `pcsi`, `mp`, `pc` et `psi`. Chaque ligne y porte sa clé. Ils se lisent à côté du texte publié par le ministère : c’est la preuve de la concordance, et le moyen le plus simple de trouver la clé d’une ligne. Leur source, `programme.tex`, appelle `\cpgeprogramme[numeros]` et lit la filière dans le nom du job :

```
lualatex -jobname=programme-mp programme.tex
```

Écarts au texte officiel

Le texte est transcrit tel que le ministère l’a publié, coquilles comprises, sauf quelques coquilles évidentes, corrigées parce qu’elles ne changent rien au sens. Chacune est signalée par un commentaire dans le fichier de données.

- MP et PC : le texte officiel écrit sept fois l’apostrophe avec un guillemet ouvrant, « l’électrochimie » (titre du thème 9 de MP), « Van ‘t Hoff », « longueurs d’ondes »... ; le paquet écrit l’apostrophe ’, comme partout ailleurs.
- MPSI, annexe 3 (outils numériques), chapeau : le texte officiel écrit « la formation des étudiants inclue » ; le paquet écrit « inclut ».
- MPSI, formation expérimentale, prévention du risque au laboratoire : le texte officiel numérote « 1. Prévention des risques au laboratoire », puis « 4. Prévention de l’impact environnemental » ; le paquet numérote la seconde « 2. », comme les programmes des autres filières.

La mise en forme, elle, est celle de L^AT_EX : les formules sont composées, « densité*vitesse » s’écrit densité × vitesse, et une liste du texte officiel reste une liste.

Le code du paquet est distribué sous la licence LPPL, version 1.3c ou ultérieure.

13 Historique

0.2 (2026-10-21) Une commande nouvelle, des corrections.

- Le programme de MPSI compile de nouveau sous pdfLaTeX (une apostrophe dans une formule).
- La clé d’un élément se lit par `\cpgechamp{<clé>}{<cle>}`, et l’option `numeros` de `\cpgetableau` l’affiche.
- L’espace après `\cpgecettepartie` n’est plus mangé dans les chapeaux.
- Les rubriques sont dans l’ordre du texte officiel, et le texte lui est conforme mot à mot, aux écarts près de la section « Les textes et leur licence », où s’ajoute l’apostrophe des programmes de MP et PC. Dans « Communiquer », en MP et MPSI, les clés `COM/3` et `COM/4` disparaissent : la capacité et sa sous-liste sont une seule ligne, comme dans l’officiel, et l’ancienne `COM/4` devient `COM/2`.
- Tirets et points de suspension en Unicode, au même rendu.
- `\cpgeprogramme` compose un programme entier, ou l’une de ses rubriques.

— Un programme composé par filière, dans doc.

0.1 (2026-10-17) Première version : MPSI, PCSI, MP, PC (physique) et PSI.

Index

chapeau clé, 8

chapeaux clé, 10

Clés

chapeau, 8

chapeaux, 10

entete, 7

exigibles, 5, 7, 8

experimentales, 5, 7, 8

format, 5

forme, 4, 5

largeur, 7

lignes, 8

long, 7

niveau, 10

numeriques, 5, 7, 8

numeros, 7

separateur, 5

sommaire, 10

tcolorbox, 8

titre, 8

titre capacites, 7

titre contenus, 7

titres, 7

Commandes

\cpgeafficher, 4

\cpgeancetre, 4

\cpgeboite, 8

\cpgecapacites, 5

\cpgecettepartie, 5

\cpgechamp, 3

\cpgechapeau, 5

\cpgecharger, 2

\cpgecite, 5

\cpgefiliere, 15

\cpgefiliereDe, 4

\cpgegenre, 4

\cpgeintitule, 4

\cpgeitem, 15

\cpgeligne, 15

\cpgenombre, 4

\cpgenombreenfants, 4

\cpgenombrelignes, 4

\cpgenumero, 4

\cpgeparent, 4

\cpgepourchaque, 6

\cpgepourchaqueligne, 6

\cpgeprogramme, 10

\cpgerangees, 6

\cpgerubrique, 15

\cpgesiexiste, 4

\cpgesiligne, 4

\cpgesivide, 4

\cpgetableau, 7

\cpgetitre, 4

\usepackage, 2

\cpgeafficher, 4

\cpgeancetre, 4

\cpgeboite, 8

\cpgecapacites, 5

\cpgecettepartie, 5

\cpgechamp, 3

\cpgechapeau, 5

\cpgecharger, 2

\cpgecite, 5

\cpgefiliere, 15

\cpgefiliereDe, 4

\cpgegenre, 4

\cpgeintitule, 4

\cpgeitem, 15

\cpgeligne, 15

\cpgenombre, 4

\cpgenombreenfants, 4

\cpgenombrelignes, 4

\cpgenumero, 4

\cpgeparent, 4

\cpgepourchaque, 6

\cpgepourchaqueligne, 6

\cpgeprogramme, 10

\cpgerangees, 6

\cpgerubrique, 15

\cpgesiexiste, 4

\cpgesiligne, 4

\cpgesivide, 4

\cpgetableau, 7

\cpgetitre, 4

entete clé, 7

exigibles clé, 5, 7, 8

experimentales clé, 5, 7, 8

format clé, 5

forme clé, 4, 5

largeur clé, 7

lignes clé, 8

long clé, 7

niveau clé, 10

numeriques clé, 5, 7, 8

numeros clé, 7

separateur clé, 5

sommaire clé, 10

tcolorbox clé, 8

titre clé, 8

titre capacites clé, 7

titre contenus clé, 7

titres clé, 7

\usepackage, 2